



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 102 10 554 A 1

⑤① Int. Cl. 7:
C 13 C 1/00
C 13 D 1/00
B 26 F 3/00

②① Aktenzeichen: 102 10 554.5
②② Anmeldetag: 9. 3. 2002
④③ Offenlegungstag: 5. 12. 2002

DE 102 10 554 A 1

⑥⑥ Innere Priorität:
101 26 003. 2 29. 05. 2001

⑦① Anmelder:
MaschinenBau und Umwelttechnik GmbH (MBU),
18059 Rostock, DE

⑦④ Vertreter:
Rother, B., Dipl.-Ing. Pat.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw.,
18059 Rostock

⑦② Erfinder:
Begler, Wolfgang, Dr.-Ing., 18119 Rostock, DE;
Jarchau, Michael, Dipl.-Ing., 59302 Oelde, DE;
Harten, Udo, Dipl.-Ing., 18273 Güstrow, DE; Helmig,
Egbert, Dipl.-Ing., 59320 Ennigerloh, DE; Koch,
Uwe, Dipl.-Ing., 18059 Rostock, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Auflösen von Zellstrukturen landwirtschaftlicher Produkte mit Flüssigkeitsstrahlen

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herauslösen der Inhaltsstoffe aus Zellstrukturen landwirtschaftlicher Produkte und von Nahrungsgütern, insbesondere von Zuckerrüben, mit Flüssigkeitsstrahlen, insbesondere mit Hochdruck-Wasserstrahlen.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass das Rübenmaterial durch vorzugsweise rotierende Hochdruck-Wasserstrahlen ohne oder mit Zusatz von Abrasivmitteln oder anderen festen, gasförmigen oder flüssigen Stoffen in einem ein- oder mehrstufigen Vorgang zerkleinert, die Zellstrukturen weitgehend zerschlagen und damit die Rübenzellen aufgeschlossen werden. Nicht ausreichend zerkleinerte Rübenstücke werden nach dem Gegenstromprinzip oder in einer anderen Ausführungsvariante mit mechanischen Trenneinrichtungen wie Sieben im Wirkbereich der Hochdruck-Wasserstrahlen zurückgehalten bzw. in diesen zurückgeführt. Durch die Hochdruck-Wasserstrahlen wird gleichzeitig der Zellsaft mit der Saccharose aus den geöffneten Rübenzellen ausgewaschen.

Die für die Denaturierung von durch die Hochdruck-Wasserstrahlen nicht aufgeschlossenen Zellen erforderlichen thermischen, chemischen, elektrischen oder mechanischen Einflüsse werden zeitlich und räumlich eng verzahnt unmittelbar vor, während oder nach dem Eintrag der Hochdruck-Wasserstrahlen angesetzt. Zur Verkürzung des Prozessdurchlaufes kann der Prozess der Zerkleinerung und Saftgewinnung auch mit der Saftreinigung, üblicherweise durch gleichzeitige Zugabe von Kalkmilch, ...

DE 102 10 554 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herauslösen der Inhaltsstoffe aus Zellstrukturen landwirtschaftlicher Produkte und von Nahrungsgütern, insbesondere von Zuckerrüben, mit Flüssigkeitsstrahlen, insbesondere mit Hochdruck-Wasserstrahlen.

[0002] Bekannterweise erfolgt dieser Vorgang bei Zuckerrüben durch das Schnitzeln der Rüben in geeigneten, mit mechanischen Messersystemen ausgestatteten Schnitzmaschinen und durch die anschließende Extraktion. Die eingesetzten Messersysteme unterliegen einem hohen Verschleiß, müssen häufig gewechselt und nachgeschliffen werden und werden durch im Rübenstrom mitgeführte Störstoffe wie Steine beschädigt. Die Rübenzellen werden üblicherweise durch die Einwirkung von Wärme in nachgeschalteten Extraktionstürmen oder vergleichbaren Anlagen denaturiert, damit die Saccharose neben anderen, ebenfalls im Zellsaft gelösten Nichtsaccharosestoffen durch das Konzentrationsgefälle durch Diffusion in die Extraktionsflüssigkeit übertreten kann. Dieser Prozess ist auch auf Grund der trotz des Schnitzelns des Rübenmaterials noch relativ langen Diffusionswege zeitlich, energetisch und anlagentechnisch sehr aufwändig.

[0003] In Patent DE 199 32 827 A1 wird eine Lösung vorgestellt, bei der die Zuckerrüben durch definierte Schnitte mit rotierenden Hochdruck-Wasserstrahlensystemen zu Scheiben zerkleinert werden. Bei dieser Lösung werden die Nachteile der üblicherweise eingesetzten mechanischen Messer weitgehend vermieden, die aufwändige Abfolge der Prozessschritte bis zur Extraktion bleibt jedoch erhalten. Außerdem müssen nachfolgend sowohl die Rübenscheiben in traditioneller Weise extrahiert als auch in einem zweiten zusätzlichen Verarbeitungsweg das zucker- und pülpelhaltige Schneidwasser behandelt werden.

[0004] In Patent DBP 813 139 wird ein neues Saftgewinnungsverfahren erläutert, bei dem die Zuckerrüben entweder in rohem Zustand oder nach dem Dämpfen mit Hilfe von Schneidwölfen oder Maschinenreiben in Breiform überführt und mittels Zentrifugen oder Saugnutschen entsaftet werden. Vorteilhaft sind die kurzen Diffusionswege für die Saccharose, nachteilig jedoch der Verschleiß und die Gefahr der Beschädigung der Zerkleinerungsmaschinen.

[0005] Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen.

[0006] Die Erfindung hat die Aufgabe, ein energieeffizientes, schnelles, störunanfälliges Verfahren und eine Vorrichtung zum Herauslösen der Inhaltsstoffe aus Zellstrukturen landwirtschaftlicher Produkte und Nahrungsgüter, insbesondere von Zuckerrüben unter Einsatz von Flüssigkeitsstrahlen zu entwickeln. Als Flüssigkeitsstrahlen können insbesondere Hochdruck-Wasserstrahlen eingesetzt werden.

[0007] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass das Rübenmaterial durch die vorzugsweise rotierenden Hochdruck-Wasserstrahlen ohne oder mit Zusatz von Abrasivmitteln oder anderen festen, gasförmigen oder flüssigen Stoffen in einem ein- oder mehrstufigen Vorgang zerkleinert, die Zellstrukturen weitgehend zerschlagen und damit die Rübenzellen aufgeschlossen werden. Nicht ausreichend zerkleinerte Rübenstücke werden im Wirkungsbereich der Hochdruck-Wasserstrahlen zurückgehalten bzw. in diesen zurückgeführt. Durch die Hochdruck-Wasserstrahlen wird gleichzeitig der Zellsaft mit der Saccharose aus den geöffneten Rübenzellen ausgewaschen.

[0008] In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens werden die für die Denaturierung von durch die Hochdruck-Wasserstrahlen nicht aufgeschlossenen Zellen erforderlichen thermischen, chemischen, elektrischen oder mechanischen Einflüsse zeitlich und räumlich eng verzahnt unmittel-

bar vor, während oder nach dem Eintrag der Hochdruck-Wasserstrahlen angesetzt. Zur Verkürzung des Prozessdurchlaufes kann der Prozess der Zerkleinerung und Saftgewinnung auch mit der Saftreinigung üblicherweise durch gleichzeitige Zugabe von Kalkmilch verbunden werden.

[0009] Der Vorteil der Erfindung besteht in dem Zusammenfassen von Prozessstufen, sehr kleinen Diffusionswegen, guter Durchmischung, kurzen Durchlaufzeiten, dem Vermeiden von Energieverlusten und dem einfachen, störungssicheren Gesamtaufbau der Anlage.

[0010] Die Erfindung wird nachstehend an Ausführungsbeispielen für eine Vorrichtung näher erläutert. Es zeigen:

[0011] Fig. 1a Prinzipdarstellung einer mit Gegenstrom arbeitenden Zerkleinerungsvorrichtung,

[0012] Fig. 1b Schnitt in Höhe der Rotordüsen durch einen Schneidbehälter mit rechteckigem Querschnitt,

[0013] Fig. 1c Schnitt in Höhe der Rotordüsen durch einen Schneidbehälter mit kreisförmigem Querschnitt,

[0014] Fig. 2a Prinzipdarstellung einer Zerkleinerungsvorrichtung mit mechanischer Trenneinrichtung,

[0015] Fig. 2b Vorderansicht der Zerkleinerungsvorrichtung.

[0016] Bei der in Fig. 1a vorgestellten Ausführung sind die Rotordüsen 1 im unteren Bereich der Seitenwände des Schneidbehälters 2, ggf. auch, hier nicht näher dargestellt, mehrstufig übereinander angeordnet. Auch eine Anordnung im Behälterboden wäre möglich. Das Gewicht der anstehenden, sich ggf. noch im darüber liegenden Rübenbunker fortsetzenden Rübensäule 3 sorgt dafür, dass jede durch die Zerkleinerung entstehende "Lücke" sofort wieder geschlossen wird und Rüben und Rübenstücke den Hochdruck-Wasserstrahlen 4 nicht ausweichen können. Die gegeneinander gerichtete Anordnung der Rotordüsen 1 ermöglicht eine relativ große, Brückenbildung verhindernde Trichterbreite.

[0017] Das saccharose- und pülpelhaltige Schneidwasser steigt im Gegenstrom in den Zwischenräumen der nachrückenden Rüben bis zu einem oder mehreren Überläufen 5 auf. Kleinere Rübenstücke bleiben in den Zwischenräumen hängen, werden zurückgeführt und weiter zerkleinert. Der Prozess der Separation wird dadurch unterstützt, dass die Strömungsgeschwindigkeit des aufsteigenden Schneidwassers auf Grund des größer werdenden Trichterquerschnittes abnimmt. Durch den oberhalb der Überläufe 5 konstant einstellbaren Flüssigkeitsspiegel 6 erfolgen wesentliche Teile des Zerkleinerungsprozesses unter Luftabschluss. Negative chemische oder biologische Reaktionen und Schaumbildung werden weitgehend verhindert. Steine und andere schwere Störstoffe sinken in einen Sammelraum 7 am Boden des Behälters und können abgezogen werden. Auch ein Wechseln der Rotordüsen 1 ist nach Abschieberung bei laufendem Betrieb möglich. Zur Denaturierung nicht aufgeschlossener Zellen ist vorzugsweise die Einwirkung von Wärme durch vorheriges Aufheizen des Hochdruck-Wassers auf die erforderliche Temperatur und ggf. weitere Wärmezufuhr im Zerkleinerungs- und / oder im Abfuhrbereich möglich.

[0018] Fig. 1b zeigt die Anordnung der Rotordüsen 1 bei einem Schneidbehälter 2 mit rechteckigem Querschnitt. Damit keine Toträume, in denen Rüben und Rübenstücke unzerkleinert verbleiben können, entstehen, werden die Rotordüsen 1 auf einen der Strahlbreite entsprechenden Abstand gesetzt.

[0019] Bei der in Fig. 1c gezeigten Anordnung der Rotordüsen 1 werden diese bei einem Schneidbehälter 2 mit einem runden Querschnitt schräg in den Innenraum gerichtet, um eine kreisförmige Strömung und Bewegung zu erzeugen, die ebenfalls Toträume vermeidet und für eine gute Zerkleinerung sorgt.

[0020] Bei der in Fig. 2a gezeigten Ausführung werden ganze oder zur Vermeidung von Brückenbildung bzw. im Interesse eines homogenen Ausgangsmaterials bereits grob vorzerkleinerte Zuckerrüben in einem geneigten oder senkrecht stehenden, unten geschlossenen Schacht 8 dem Wirkungsbereich von ggf. auch, hier nicht näher dargestellt, mehrstufig übereinander angeordneten Hochdruck-Wasserstrahlensystemen, vorzugsweise von rotierenden Drehdüsenbalken 9 zugeführt. Der Austrag des zerkleinerten Rübenmaterials, des Schneidwassers und des bereits ausgewaschenen Zellsaftes sowie das Zurückhalten nicht ausreichend zerkleinerter Rübenstücke erfolgt durch eine mechanische Trennvorrichtung, vorzugsweise durch ein Sieb 11 mit geeigneter Maschenform und -weite, letztere beispielsweise zwischen 0,5 und 8 mm.

[0021] Schacht 8, Drehdüsenbalken 9 und Sieb 10 werden so zueinander ausgerichtet, dass die Hochdruck-Wasserstrahlen 4 unter optimalem Winkel auf die zugeführten Zuckerrüben sowie mit der nach der Zerkleinerungsarbeit noch vorhandenen Restenergie ganz oder teilweise auf die Oberfläche des Siebes 10 treffen, um dessen Zusetzen mit zerkleinertem Rübenmaterial zu verhindern. Der Abstand des Siebes 10 zu den Düsenbalken 9 kann beispielsweise 100 bis 500 mm betragen. Die Abschirmung der Düsenbalken 9 gegenüber dem Rübenmaterial erfolgt durch mitdrehende Prallplatten 11.

[0022] Die gegensinnige Drehrichtung der rotierenden Drehdüsenbalken 9 und, wenn erforderlich, eine hier nicht näher dargestellte Neigung ihrer Drehachsen unterstützen den schnellen Einzug des Rübenmaterials. Die Drehdüsenbalken 9 lassen sich so weit zurücksetzen, dass eine für die Strahlausbildung günstige, von Rübenmaterial weitgehend freie Strahlanlaufstrecke entsteht. Der Wasserdruck, beispielsweise zwischen 500 und 3000 bar, die Wassermenge sowie die Drehzahl der Drehdüsenbalken 9 lassen sich je nach Größe und Zustand der Rüben und gewünschtem Durchsatz variieren. Es entsteht ein Wasser-Zellsaft-Rübenbreigemisch mit einer pumpbaren, gut in geschlossenen Systemen förderbaren Konsistenz. Zur Vermeidung unerwünschter chemischer oder biologischer Reaktionen kann zusätzlich ein sauerstoffverdrängendes Gas, z. B. im Prozess der Saftreinigung ohnehin verwendetes Kohlendioxid, in den Schneidbereich gegeben werden.

[0023] Die Denaturierung nicht aufgeschlossener Rübenzellen kann auch bei dieser Ausführung zeitgleich mit dem Zerkleinerungsprozess vorzugsweise durch den Einsatz von auf die geeignete Temperatur aufgeheiztem Hochdruck-Wasser beginnen und ggf. durch weitere Wärmezufuhr insbesondere im Abfuhrbereich unterstützt werden. Zum gleichen Zweck können auch chemische Stoffe (Zellgifte) bereits mit dem Hochdruckwasser eingetragen werden. Beim Strahlen mit einem Gemisch von Flüssigkeiten mit unterschiedlichem Druck-Temperatur-Zustandsverhalten, beispielsweise aus Hochdruck-Wasser und flüssigem Kohlendioxid, kann der durch den Übergang des Kohlendioxids vom flüssigen zum gasförmigen Aggregatzustand bei der Entspannung verursachte Abkühlungseffekt genutzt werden. Die zugeführten Zuckerrüben und / oder das ablaufende weitgehend homogene Gemisch können der einzelnen oder kombinierten Einwirkung von Kälte, chemischen Stoffen, elektrischem Strom bzw. elektrischen Feldern (sog. Elektroplysmolyse bzw. Elektroporation) oder Ultraschall unterworfen werden. Als alternatives mechanisches Verfahren zum Herauslösen der Zellinhaltsstoffe aus durch die Hochdruck-Wasserstrahlen 4 noch nicht aufgeschlossenen Zellen ist auch die Hochdruckhomogenisation als dem Zerkleinerungsprozess nachgeschaltete Prozessstufe denkbar.

- 1 Rotordüse
- 2 Schneidbehälter
- 3 Rübensäule
- 4 Hochdruck-Wasserstrahlen
- 5 Überlauf
- 6 Flüssigkeitsspiegel
- 7 Sammelraum
- 8 Schacht
- 9 Drehdüsenbalken
- 10 Sieb
- 11 Prallplatte

Patentansprüche

1. Verfahren zum Auflösen der Zellstrukturen landwirtschaftlicher Produkte und von Nahrungsgütern, insbesondere von Zuckerrüben, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Rübenmaterial mit Flüssigkeitsstrahlen, insbesondere mit Hochdruck-Wasserstrahlen (4) ohne oder mit Zusatz von Abrasivmitteln oder anderen festen, gasförmigen oder flüssigen Stoffen wie beispielsweise flüssigem Kohlendioxid in einem ein- oder mehrstufigen Vorgang zerkleinert wird und damit die Rübenzellen vollständig oder teilweise aufgeschlossen und der Zellsaft mit der Saccharose aus den geöffneten Rübenzellen ausgewaschen werden.
2. Verfahren nach vorstehendem Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die für die Denaturierung von durch die Flüssigkeitsstrahlen, insbesondere Hochdruck-Wasserstrahlen (4) nicht aufgeschlossenen Rübenzellen erforderlichen thermischen, chemischen, elektrischen oder mechanischen Einwirkungen wie durch Wärme, Kälte, chemische Stoffe, elektrischen Strom bzw. elektrische Felder, Ultraschall oder Hochdruckhomogenisation sowie die für die Saftreinigung üblichen Behandlungsstoffe wie Kalkmilch zeitlich und räumlich eng verzahnt unmittelbar vor, während oder nach dem Eintrag der Hochdruck-Wasserstrahlen, Wärme, Kälte oder chemische Stoffe vorzugsweise mit diesen gemeinsam eingebracht werden.
3. Verfahren nach vorstehenden Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennung des mit abnehmender Strömungsgeschwindigkeit aufsteigenden, saccharose- und pülpelhaltigen Schneidwassers von den zurückzuhaltenden, noch weiter zu zerkleinernden Rübenstücken im Gegenstrom durch die Zwischenräume zwischen den nachrückenden Rüben der Rübensäule (3) erfolgt.
4. Verfahren nach vorstehenden Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Zurückhalten nicht ausreichend zerkleinerter Rübenstücke durch mechanische Trenneinrichtungen, beispielsweise Siebe (10), erfolgt.
5. Verfahren nach vorstehenden Ansprüchen 1, 2 und 3 dadurch gekennzeichnet, dass für den weiteren Verarbeitungsprozess negative biologische und / oder chemische Reaktionen dadurch verhindert oder eingeschränkt werden, dass die Zerkleinerungs- und Trennvorgänge sowie der Weitertransport durch einen konstanten Flüssigkeitsspiegel (6) unter Luftabschluss gehalten werden.
6. Verfahren nach vorstehenden Ansprüchen 1, 2 und 4 dadurch gekennzeichnet, dass für den weiteren Verarbeitungsprozess negative biologische und/oder chemische Reaktionen dadurch verhindert oder eingeschränkt werden, dass die Zerkleinerungs- und Trenn-

vorgänge sowie der Weitertransport durch die Zugabe eines sauerstoffverdrängenden Gases in den Schneidbereich und/oder den Transport des Wasser-Zellsaft-Rübenbreigemisches in geschlossenen Systemen unter Luftsabschluss gehalten werden.

5

7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach vorstehenden Ansprüchen 1, 2, 3 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein am Boden oder im unteren Bereich der Seitenwände bzw. des Mantels eines mit nach innen gerichteten Hochdruck-Wasserstrahldüsen oder -

10

düsensystemen, vorzugsweise Rotordüsen (1), versehenen Schneidbehälters (2) in einer für den Trennvorgang durch Gegenstrom ausreichenden Höhe mit einem oder mehreren für die Einstellung des Flüssigkeitsspiegels (6) regelbaren Überläufen (5) ausgestattet ist.

15

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach vorstehenden Ansprüchen 1, 2, 4 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass in einem geneigten oder senkrecht stehenden, unten geschlossenen, mit einem Sieb (10) versehenen Schacht (8) nach innen gerichtete Hochdruck-Wasserstrahldüsen oder -düsensysteme, vorzugsweise gegensinnig zueinander drehende Drehdüsenbalken (9) so angeordnet sind, dass die Hochdruck-Wasserstrahlen (4) mit der nach der Zerkleinerungsarbeit noch vorhandenen Restenergie senkrecht oder unter einem bestimmten Winkel auf das Sieb (10) treffen, um dessen Zusetzen mit zerkleinertem Rübenmaterial zu verhindern.

20

25

9. Vorrichtung nach vorstehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruck-Wasserstrahldüsen oder -düsensysteme, vorzugsweise Rotordüsen (1) oder Drehdüsenbalken (9), soweit von der Wandung des Schneidbehälters (2) oder des Schachtes (8) zurückgesetzt werden, dass eine für die Strahlabbildung günstige freie Strahlanlaufstrecke entsteht.

30

35

10. Vorrichtung nach vorstehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, dass am Boden des Schneidbehälters (2) oder des Schachtes (8) ein Sammelbehälter (7) für den Abzug von Steinen und anderen schweren Störstoffen angeordnet ist.

40

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

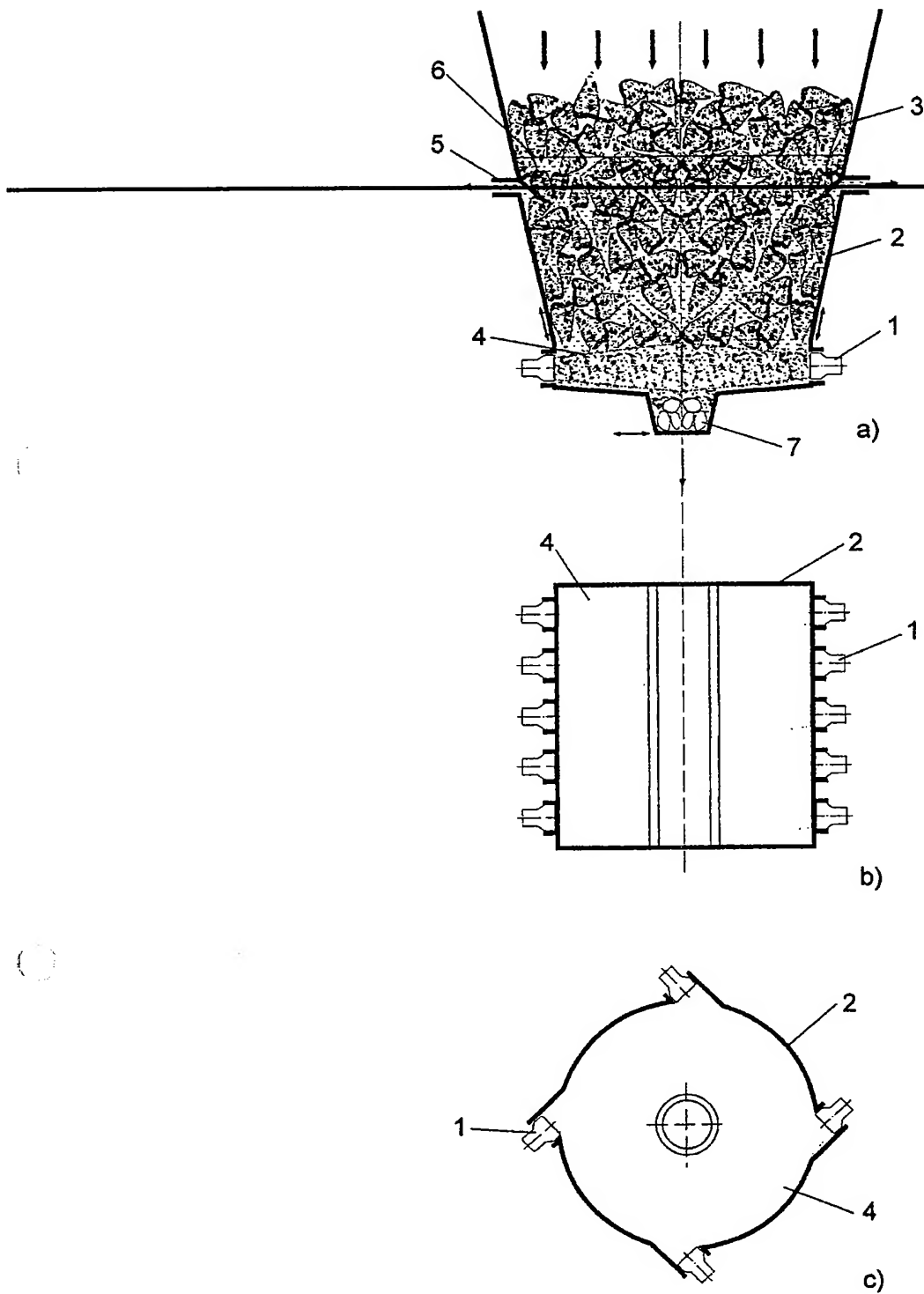


Fig. 1

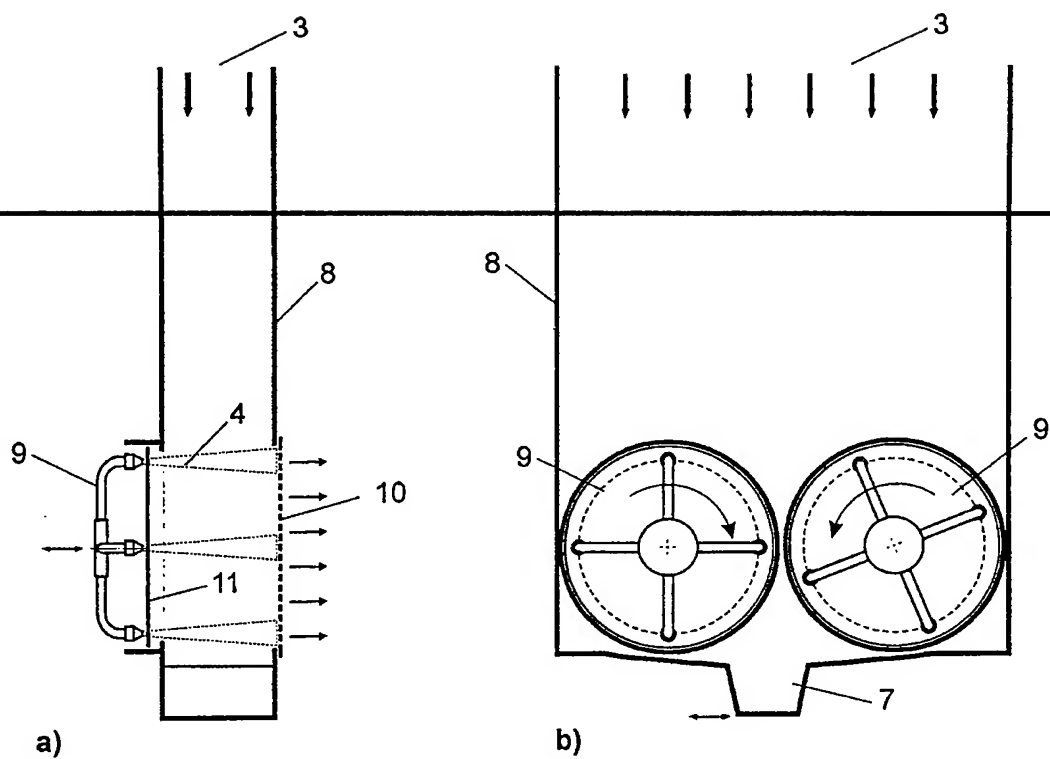


Fig. 2